

**INVENTARIO DE LOS MACROINVERTEBRADOS ASOCIADOS A LAS
MACRÓFITAS ACUÁTICAS EN EL RIO GAIRA (DEPARTAMENTO DEL
MAGDALENA)**



MAYORI GRIMALDO SALAZAR



UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE HIDROBIOLOGÍA
SANTA MARTA D.T.C.H
2001

**INVENTARIO DE LOS MACROINVERTEBRADOS ASOCIADOS A LAS
MACRÓFITAS ACUÁTICAS EN EL RIO GAIRA (DEPARTAMENTO DEL
MAGDALENA)**

Por:

MAYORI GRIMALDO SALAZAR

Trabajo para optar el título de Biólogo.

Director:

LEON PÉREZ CARMONA .

Biólogo



**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE HIDROBIOLOGÍA
SANTA MARTA D.T.C.H
2001**

Inventario de los Macroinvertebrados Asociados a las Macrófitas Acuáticas en el Río Gaira, Dptodel Magdalena

Mayori Grimaldo Salazar, 2001

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Santa Marta, julio de 2001

Inventario de los Macroinvertebrados Asociados a las Macrófitas Acuáticas en el Río Gaira, Dptodel Magdalena
Mayori Grimaldo Salazar, 2001

A Mi Madre Edelmira (Q.E.P.D.), por sembrar en mí los sentimientos de perseverancia, dedicación y esperanza en la realización de cada una de las labores que se presentaban en mi diario vivir. Porque sé que desde el cielo me guiaste y me diste la fortaleza necesaria para la culminación de esta etapa de mi vida.

A mi Papá, Chepito, Sirle y Durmey, que son la fuerza que me impulsa para seguir luchando día a día para alcanzar mis metas.

A mis hermanos, especialmente a ti Leonel, porque siempre tuviste una voz de aliento en los peores momentos.

A ti, Leandro, por tu apoyo, confianza y dedicación, ya que con tu amor lograste que cada problema se hiciera mucho menor.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, padre todo poderoso por haberme regalado el don de la vida y permitirme llegar hasta el final de este trabajo.

A la Universidad del Magdalena, por su orientación y formación personal.

A mi Director, León Pérez Carmona, por su ayuda y colaboración.

A Luis Carlos Gutiérrez Moreno, por su gran aporte y ayuda en el desarrollo de esta investigación.

A Juan Carlos Narváez Barandica, por su gran ayuda y dedicación en el procesamiento y análisis de la información de este trabajo.

A Carlos Hernández Jiménez y Jacobo Blanco Racedo, por sus acertados consejos.

A toda mi familia, especialmente a Irma y Osiris, por su apoyo y ayuda para la culminación de esta etapa de mi vida.

A todos mis compañeros y amigos, por su ayuda, especialmente a Celeste Martínez por su apoyo y fortaleza durante la realización de este trabajo.

I
2269
BB
00002

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN.....	11
1. MARCO CONCEPTUAL.....	13
1.1 ORDENES ASOCIADOS A LAS MACROFITAS ACUÁTICAS.....	16
1.1.1 Ephemeroptera.....	16
1.1.2 Odonata.....	17
1.1.3 Coleoptera.....	17
1.1.4 Hemiptera.....	17
1.1.5 Trichoptera.....	17
1.1.6 Lepidoptera.....	18
1.1.7 Plecoptera.....	18
1.1.8 Diptera.....	18
1.1.9 Neuroptera.....	18
2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	19
2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	19
2.2 DESCRIPCIÓN DEL RÍO.....	19
2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO.....	21
2.3.1 Estación No. 1. Finca la Victoria (FV).....	21
2.3.2 Estación No. 2. Pozo Azul (PA).....	21
2.3.3 Estación No. 3. Puerto Mosquito (PM).....	21
2.4 GEOMORFOLOGÍA.....	22
2.5 CLIMA.....	22
2.5.1 Precipitación.....	23
2.5.2 Hidrología.....	23
2.5.3 Suelos.....	23

3. METODOLOGÍA.....	25
3.1 FASE DE CAMPO	25
3.2 FASE DE LABORATORIO	26
3.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	27
4. RESULTADOS	28
4.1 PARAMETROS FÍSICO- QUÍMICOS	28
4.2 BIOLÓGICOS.....	29
4.2.1 Macrófitas	29
4.2.2 Macrofauna Asociada	29
4.3 RELACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS CON LA RIQUEZA	37
4.4 ANÁLISIS ENTRE RIQUEZA Y MORFOTIPOS VEGETALES.....	38
4.5 ANÁLISIS ENTRE RIQUEZA Y ESTACIONES.....	39
4.6 ANÁLISIS ENTRE RIQUEZA Y MESES MUESTREADOS	40
5. DISCUSIÓN	41
5.1 PARÁMETROS FÍSICO- QUÍMICOS	41
5.2 MACROFAUNA ASOCIADA	42
5.2.1 Número de individuos	42
5.2.2 Riqueza.....	43
5.3 RELACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO- QUÍMICOS Y RIQUEZA PARA CADA MORFOTIPO	43
5.4 ANÁLISIS ENTRE RIQUEZA Y MORFOTIPOS VEGETALES.....	44
5.5 ANÁLISIS ENTRE RIQUEZA Y ESTACIONES.....	44
5.6 ANÁLISIS ENTRE RIQUEZA Y MESES MUESTREADOS	44
CONCLUSIONES.....	45
BIBLIOGRAFÍA.....	47

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Mapa No 1. Ubicación geográfica de la cuenca.....	20
Figura No. 2. Número de organismos presentes por mes para el morfo 1- Estación 1	30
Figura No. 2a. Porcentajes de los ordenes de macroinvertebrados presentes en el Morfotipo 1- Estación 1.	31
Figura No. 3. Número de individuos presentes por mes para los Morfotipos 1, 2 y 3 Estación2.	31
Figura No. 3a. Porcentajes de ordenes de macroinvertebrados presentes en los Morfotipos 1-2 y 3 Estación 2.	32
Figura No.4. Número de individuos presentes por mes para los Morfotipos 1-2 y 3 Estación 3.	32
Figura No. 4a. Porcentajes de ordenes de macroinvertebrados presentes en los morfotipos 1-2 y 3 Estación 3.	33
Figura No. 5. Porcentaje total de las familias asociadas a las macrófitas en las 3 estaciones de muestreo.....	33
Figura No. 6. Medias y error de confianza para correlación entre parámetros físico- químicos y Riqueza.....	37
Figura No. 7. Medias y error estándar para análisis entre Estaciones y Riqueza.....	39
Figura No. 8. Medias y error estándar para análisis entre Riqueza y Meses muestreados.....	40

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Estación 1. La Victoria	28
Tabla 2. Estación 2. Pozo Azul.....	28
Tabla 3 Estación 3. Puerto Mosquito.....	28
Tabla 4. Número de Macroinvertebrados en la estación No. 1 – La Victoria.....	34
Tabla 5. Número de Macroinvertebrados en la estación No. 2 – Pozo Azul.....	35
Tabla 6. Número de Macroinvertebrados en la estación No. 3 – Puerto Mosquito.....	36
Tabla 7. Riqueza por medio del índice de Margalef (1.984)	37
Tabla 8. Correlación de los parámetros físico- químicos y la riqueza por morfotipo.....	38
Tabla 9. Prueba de Kruskall- Wallis para Riqueza por Morfo	39
Tabla 10. Análisis ANOVA para determinar la relación entre la Riqueza y las Estaciones	39
Tabla 11. Análisis ANOVA para la relación entre Riqueza y Mes.....	40

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. UBICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS MACROINVERTEBRADOS ASOCIADOS A LAS MACRÓFITAS

Anexo 2. Hydropsychidae (Orden Trichoptera)

Anexo 3. Baetidae (Orden Ephemeroptera)

Anexo 4. Libellulidae (Orden Odonata)

Anexo 5. Perlidae (Orden Plecoptera)

Anexo 6. Staphylinidae (Orden Coleoptera)

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se plantea la necesidad de ampliar el comportamiento ecológico de los sistemas acuáticos tropicales, para evitar estudiarlas con preconceptos y modelos contruidos en las zonas templadas que han sido exhaustivamente investigados. Para ello es indispensable llevar a cabo estudios exploratorios que permitan determinar las relaciones entre los parámetros físico- químicos que definen las características del hábitat y el componente biológico, buscando una visión integral de la dinámica del ecosistema.

Existe una Biota diversa que interactúa con la vegetación acuática y están influenciado por las condiciones físico- químicos propios del cuerpo de agua, como el caso de los invertebrados que han sido reconocidos en diversos estudios como los grupos con mayor constancia (Rubiano, 1993) o como Bioindicadores (Roldán, 1988)

A diferencia de zonas templadas las plantas acuáticas son más diversas y corpulentas, presentan mayor cobertura en zonas tropicales posiblemente debido a la disponibilidad de radiación solar a lo largo de todo el año, también dependen de los niveles de eutroficación y hábitats disponibles como los litorales poco profundos. Estas características ayudan a l desarrollo de una gran variedad de macroinvertebrados, zooplánton, perifiton y desove de peces (Roldán, 1.992).

La composición y distribución de la fauna asociada a las macrófitas acuáticas ha sido relacionada fundamentalmente a la distribución de la vegetación en el

ecosistema acuático. El desarrollo florístico depende especialmente de la relación de la planta con la superficie del agua y con el sustrato. La comunidad faunística que se asocia a este tipo de vegetación se clasifican como organismos Bentónicos y litorales (Margalef, 1.983). Esta vegetación arroja una rica microfauna tanto en tallos como en la masa de las raíces, esta comunidad es llamada por algunos autores como Perizoo (Junk, 1.980), Epibéntica (Solabatierra y Weibezahn, 1.980) "Aufwuch" (Sládecava, 1.972).

El presente trabajo pretende contribuir al estudio de los ecosistemas acuáticos dando a conocer las principales familias de macroinvertebrados asociados a las macrófitas en un sistema lótico y establecer comparaciones en la composición de la misma en tres estaciones específicas de la cuenca del Río Gaira, que presentan diferencias geomorfológicas. A la vez se intenta establecer el efecto de los parámetros físico- químicos sobre la riqueza de los macroinvertebrados.

1. MARCO CONCEPTUAL

✓ El estudio limnológico de las aguas corrientes, comprende una gran diversidad de aspectos relacionados entre sí, los cuales forman un continuo ecológico desde los ecosistemas terrestres de la cuenca hasta la desembocadura del curso de agua (Margalef, 1.983; Payne, 1.986). En este continuo la relación energética producción- respiración, puede variar debido a la variedad de efectos locales que se hacen presentes e inciden en el desarrollo de las comunidades (Cummis, 1.979; en: Arévalo, 1.995); mientras en los elementos de mayor orden se consigue una regularidad gracias a la mezcla de los afluentes (Roldán, 1.992).

Las comunidades lólicas comprenden diversos grupos de organismos con las características propias pero usualmente relacionados, como el plancton, algas epifilíticas y perifíticas, las macrófitas, invertebrados y los peces. Estas comunidades están influenciadas por una serie de factores regionales como el clima, el régimen de precipitaciones, topografía, geoquímica y uso de los suelos, además de factores locales del hábitat específico como la turbulencia, naturaleza del sustrato, ancho y profundidad del canal, orden del drenaje, pendiente del cauce entre otras, generando particularidades en cuanto a aspectos determinados *de la biota* como la penetración de la luz, los gases y los sólidos disueltos (Arévalo, 1.995).

Entre las comunidades biológicas, el papel de la vegetación riparia o de ribera y de las macrófitas como productores primarios afecta de gran manera la transformación de la luz y el aporte de materia orgánica, siendo las macrófitas las

que usualmente poseen mayor biomasa (Cummins, K, 1.978; En: Ward & Stanford, 1.979)

Las comunidades de macrófitos pueden presentar biotopos errantes que se encuentran en la interfase aire- agua (pleuston) o entre dos aguas; es decir, bajo la superficie, pero no fijas (Megaloplancton), también pueden estar fijos sobre el sustrato (Haptófitos) o sobre sedimento (Rizófitos), estos últimos pueden ser con hojas sumergidas (Limnófitos) o con hojas totalmente en la atmósfera; cuando se elevan sobre la superficie del agua se denominan Anfifitos y cuando están totalmente sumergidas Halófitos o Hiperhidrófitos (Margalef, 1.983).

Las macrófitas juegan un papel muy importante en el ciclo del carbono en los ecosistemas acuáticos, suministrando gran cantidad de materia y energía a los consumidores. También proveen de refugio y una variedad de hábitats a un sinnúmero de organismos (Schmidt, 1.988).

En las comunidades asociadas a macrófitas es típico encontrar moluscos, crustáceos, rotíferos, platelmintos, briozoos, hidras, etc., que generalmente se encuentran fijados en tallos y hojas de la vegetación acuática. Pero sin duda el grupo más abundante y diverso en cualquier ecosistema, es el de los insectos, donde hay especies enteramente acuáticas como los órdenes Hemiptera y Coleoptera, y en la mayoría solo los estados inmaduros viven en el agua (Odum, 1.983).

Los insectos pueden usar las macrófitas como un sustrato más que como alimento. Frecuentemente son utilizadas como refugio y en especies de muchos órdenes, como sitios de oviposición limitando de esta forma su distribución a la de la macrófita hospedera (Meritt & Cummis, 1.984).

Aunque la adaptación a la vida acuática es secundaria o incompleta, los invertebrados han tenido gran éxito en la explotación de ambientes acuáticos;

muchos insectos están adaptados a hábitats lénticos y lóticos, pero es común la sobreposición. Por ejemplo, los insectos habitantes en los charcos de los ríos tienen adaptaciones respiratorias de tipo léntico y los habitantes de la zona costera de los lagos, golpeados por el oleaje, tienen adaptaciones similares a los típicos de corrientes, (Merrit & Cummis, 1984; En: Arévalo, 1.995).

En general se han señalado tres grandes grupos de macroinvertebrados acuáticos 1) de comunidades litorales entre los macrófitos o fuera de ellos, 2) comunidades de aguas corrientes soportados por materiales alóctonos; 3) comunidades de bentos profundo y alimentación forzada (Margalef, 1.983).

✓ En Colombia se han relacionado algunos estudios sobre macroinvertebrados y macrófitas acuáticas, pero sin establecer ningún tipo de relación. Autores como Pérez y Roldán (1.978) realizaron estudios sobre el efecto de la contaminación sobre las comunidades de macroinvertebrados en el río Negro (Antioquia), comprobando que a mayor contaminación la diversidad de las especies comenzaba a disminuir, hasta el punto de originarse una nueva comunidad propia de las aguas contaminadas.

✓ En 1.980 Roldán realizó estudios en el río Anorí y la quebrada Agudelo en el Departamento de Antioquia, concluyendo que géneros como Ephemeroptera estaban adaptados a condiciones físico- químicas especiales.

✓ Machado y Roldán en 1.988, realizaron una investigación en el río Anorí, analizando las características físico- químicas del agua y la estructura de las comunidades de macroinvertebrados encontrando que la precipitación es un factor que determina la estacionalidad de las comunidades.

✓ Matthias y Moreno (1.983) estudiaron la diversidad béntica estableciendo relaciones con distintas variables físico químicas determinando el proceso de degradación a través del tiempo en el río Medellín.

✓ Escobar (1.985 – 1987), estudió las comunidades macrobénticas en el río Manzanares y sus principales afluentes y su relación con la calidad del agua, en el Departamento del Magdalena.

Existen autores los cuales han profundizado en diferentes ordenes de insectos, es el caso de Quintero y Rojas (1.987) quienes realizaron estudios sobre el orden Tricoptera en los farallones de Calí; Aragón y Roldán (1.983) trabajaron sobre el orden Odonato en tres pisos altitudinales de Antioquía. En el mismo año Álvarez y Roldán investigaron la fauna Hemiptera en 3 pisos altitudinales del mismo Departamento.

En cuanto a estudios sobre las macrófitas se destacan los realizados por Flórez (1.986), quien investigó sobre la importancia de las macrófitas como bioindicadores de metales pesados. Schmidt, (1.988), realizó un estudio sobre el papel que juegan las macrófitas en el ciclo de carbono de los ecosistemas acuáticos y la importancia como hábitats para muchos organismos; Rubiano, (1993), estudió la artropofauna asociada a las macrófitas acuáticas en los esteros piscilagos y el vigía ubicado en puerto López (Meta) y Areválo, (1.995) realizó un estudio comparativo de la macrofauna asociada a las macrófitas acuáticas en tres ambientes lóticos del piedemonte Llanero.

1.1 ORDENES ASOCIADOS A LAS MACROFITAS ACUÁTICAS.

1.1.1 **Ephemeroptera:** Reciben este nombre debido a su vida corta y “efímera” que llevan como adultos. Algunos pueden vivir en este estado sólo cinco minutos, pero la mayoría viven entre tres y cuatro días; durante este tiempo alcanzan su madurez sexual y se reproducen. Viven por lo regular en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas; solo algunas especies parecen resistir cierto grado de contaminación. Se consideran buenos indicadores de calidad de agua. Sus ninfas se encuentran generalmente adheridas a rocas, troncos, hojas o vegetación

sumergida, éstas por lo general son herbívoras y se alimentan de algas y tejidos de plantas acuáticas. Son organismos cosmopolitas, estando solo ausentes en Nueva Zelanda (Roldán, 1.983).

1.1.2 **Odonata**: Estos organismos han vivido millones de años, sin experimentar ningún cambio. La mayoría de estos organismos ponen sus huevos en la vegetación flotante o emergente. Generalmente viven en pozos, pantanos, márgenes de lagos y corrientes lentas y poco profundas; por lo regular, rodeados de abundante vegetación acuática sumergidas o emergente. Viven en aguas limpias o ligeramente eutroficadas (Roldán, 1.983).

1.1.3 **Coleoptera**: La mayoría de los coleopteros acuáticos viven en aguas continentales lólicas y lénticas, representadas en ríos, quebradas, riachuelos, charcas, lagunas, aguas temporales, embalses y represas. En las zonas lólicas los sustratos más representativos son troncos, hojas en descomposición, arena, grava y la vegetación sumergente y emergente. Las zonas más ricas son aquellas donde la velocidad de la corriente no es alta (Roldán, 1988)

1.1.4 **Hemiptera**: Los hemipteros, llamados también "chinchas de agua", se caracterizan por poseer las partes bucales modificadas y tener un "pico" chuoadoir insertado cerca del extremo anterior de la cabeza. Viven en remansos de ríos y quebradas; poco resistentes a las corrientes rápidas. Algunas especies son resistentes a la salinidad y a temperaturas de las aguas termales. Son depredadores de insectos acuáticos y terrestres. (Roldán, 1988)

1.1.5 **Trichoptera**: Los tricópteros constituyen un grupo más bien grande de insectos holometábolos, cuyas larvas viven en todo tipo de hábitats (lólicos y lénticos), pero en los lólicos fríos es donde parece presentarse la mayor diversidad. La mayoría viven en aguas corrientes, limpias y oxigenadas, debajo de piedras, troncos y material vegetal; por lo general son buenos indicadores de aguas oligotróficas (Roldán, 1988).

Algunos Trichopteros construyen refugios o estuches y otros no, a estos últimos se les denomina de "vida libre". Las larvas empupan dentro del refugio o estuche y las de vida libre construyen una cubierta pupal especial. Las larvas se alimentan de algas asociadas con las hojas en descomposición, raspan diatómeas de las piedras sumergidas o depredan invertebrados pequeños. Unas pocas se alimentan de hojas verdes. Las larvas son vitalmente importantes en las redes alimentarias, pero se conoce muy poco acerca de la ecología, comportamiento o historia natural de los tricópteros en los Neotrópicos (Holzenthal, 1980)

1.1.6 **Lepidoptera:** Los lepidópteros acuáticos son quizás el grupo menos conocido en el Neotrópico. Viven en aguas oxigenadas de cursos rápidos, bajo telas sedosas tejidas sobre las superficies de las rocas sumergidas y se alimentan de algas (Munroe, 1981; En: Roldán, 1988). Se pueden considerar indicadores de aguas oligotróficas.

1.1.7 **Plecoptera:** Las ninfas de los plecópteros se caracterizan por tener dos cerci, largas antenas, agallas torácicas en posición ventral y a veces agallas anales. Las ninfas viven en aguas rápidas, bien oxigenadas, debajo de piedras, tronco, ramas y hojas (Roldán, 1988).

1.1.8 **Diptera:** El orden Díptera se considera uno de los grupos más evolucionados. Son insecto holometábolos. Usualmente las hembras ponen los huevos bajo la superficie del agua, adherida a rocas o vegetación flotante. Su habitat es muy variado; se encuentran en ríos, arroyos, quebradas, lagos a todas las profundidades (Roldán, 1988).

1.1.9 **Neuroptera:** Viven en aguas corrientes, limpias, debajo de piedras, troncos y vegetación sumergida; son grandes depredadores. En general se pueden considerar indicadores de aguas oligotróficas o levemente mesotróficas.

2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

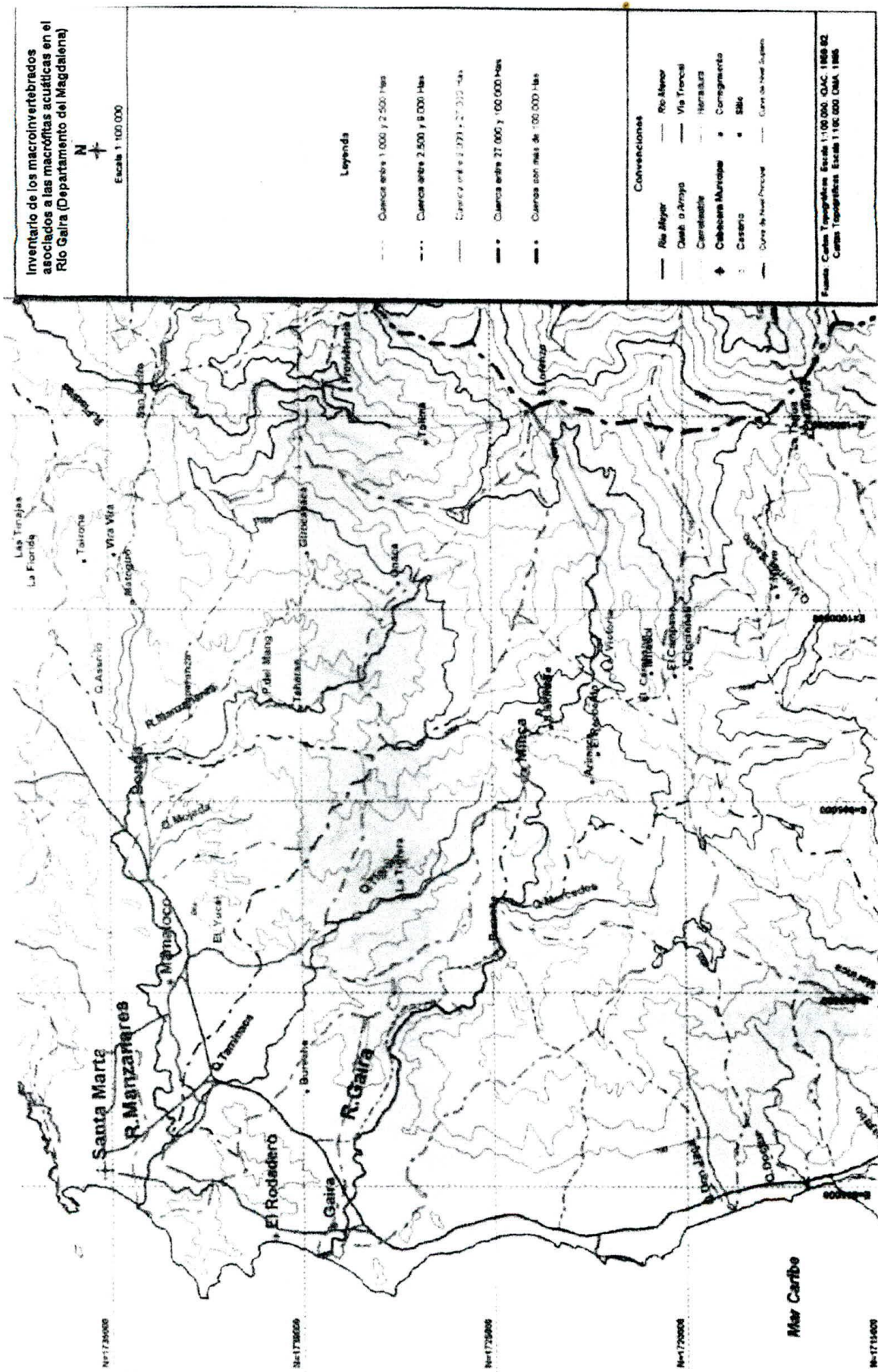
2.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El área de estudio se encuentra ubicada en la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, en el Departamento del Magdalena. Se localiza entre los 11°52' 6" de latitud Norte, 11°10'08" de latitud Sur, 74°46'22" longitud Este y 74°11'07" de longitud Oeste; limita al Norte con la Cuenca del río Manzanares, al Sur con la Cuenca del río Toribio, al Este con la cuenca del río Guachaca y al Oeste con el Mar Caribe (Mapa No. 1).

2.2 DESCRIPCIÓN DEL RÍO

El río Gaira nace a una altura de 2750 m.s.n.m en las cuchillas de San Lorenzo, en una zona de vida que corresponde, según clasificación establecida por Holdrige y ajustada para Colombia por Espinal y Montenegro (1963) a una transición de bosque muy húmedo subtropical (bmh- ST) y bosque muy húmedos montañosos bajo (bmh- MB). La cuenca tiene un área de 10464, 3 Ha y la recorre el río Gaira de Este a Oeste, tiene una longitud de 32.53 Km aproximadamente desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Mar Caribe, más exactamente en playa Salguero (Frayter, et al., 2000).

Mapa No 1. Ubicación geográfica de la cuenca



2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

2.3.1 **Estación No. 1. Finca la Victoria (FV):** Localizada a 1.125 m.s.n.m a 10° 06' 07" N y 74° 10' 05" W. Caracterizado por poseer una temperatura ambiente promedio de 15 °C, con amplia cobertura vegetal a lado y lado de la cuenca. El cauce del río en ésta se caracteriza por poseer corrientes rápidas, es un sistema pedregoso y de pendientes fuertes. Las macrófitas se encuentran localizadas en zonas de rabiones o pequeñas cascadas.

2.3.2 **Estación No. 2. Pozo Azul (PA):** Localizada a 670 m.s.n.m a 11° 10' 07" N y 74° 11' 08" W. Se caracteriza por poseer una temperatura ambiente promedio de 20.5 °C, amplia vegetación a lado y lado de la cuenca. El cauce del río se caracteriza por poseer zonas de corrientes rápidas y zonas de calma, además ofrece variabilidad de ambientes tal como sistema pedregoso, arenoso, pendientes suaves, permitiendo así el desarrollo de comunidades biológicas adaptadas a cada una de ellas. La vegetación se encuentra arraigada a zonas de corrientes rápidas y pequeñas cascadas. Esta estación se encuentra influenciada en su mayoría por la acción humana, debido a la cercanía de fincas cafeteras.

2.3.3 **Estación No. 3. Puerto Mosquito (PM):** Localizada a 40 m.s.n.m. a 11° 12' 08" N y 74° 14' 57" W. Se caracteriza por poseer una temperatura ambiente promedio de 27.5 °C, poca cobertura vegetal a lado y lado de la cuenca. El cauce del río presenta corrientes suaves y una formación arenosa en la mayor parte del tiempo, se presentan pequeñas asociaciones de rocas y en estas zonas de rabiones que es donde se encuentran localizada la vegetación acuática. Esta estación se encuentra influenciada en su mayoría por efectos antrópicos, teniendo en cuenta que se encuentra ubicada en la parte baja y ha recorrido en su mayoría toda la cuenca arrastrando consigo muchos materiales y desechos.

2.4 GEOMORFOLOGÍA

La cuenca del río Gaira presenta cuatro tipos de paisaje morfoclimáticos tales como:

- *Paisaje de Montaña:* Se enmarca a partir de la cota de los 300 m.s.n.m hasta los 2750 m.s.n.m. con un área aproximada de 7747.36 Ha. En este tipo de paisaje existe una amplia intervención de factores antrópicas las cuales se acentúan en la parte media y baja de la cuenca.
- *Paisaje de Piedemonte:* se encuentra limitado entre las cotas de 25 m.s.n.m, con una extensión aproximada de 557.71 Ha.
- *Paisaje de Planicie:* Comprende desde la línea del mar hasta la línea divisoria del paisaje de piedemonte en la cota de los 25 m.s.n.m, con un área apróximada de 1126.7 Ha, en este paisaje se asientan las cabeceras del corregimiento de Gaira y del sector turístico y Hotelero del Rodadero.
- *Paisaje de Colinas:* Las colinas son geomorfos que se encuentran inmersas en el paisaje de planicie y en la cuenca del río Gaira, cubren una extensión aproximada de 1032.50 Ha, este tipo de paisaje se encuentra limitado entre los 100 y 300 m.s.n.m (Frayter, et al. 2000).

2.5 CLIMA

La Sierra Nevada de Santa Marta constituye la mayor discontinuidad orográfica de la llanura del Caribe, representa así mismo el obstáculo a los vientos zonales, a lo cual se debe en su parte su originalidad climática.

La variación temporal y espacial del clima de la Sierra Nevada de Santa Marta y en particular de la cuenca hidrográfica del río Gaira, depende de factores como: 1)

posición latitudinal, dentro de la zona intertropical y 2) condiciones físico-geográficas propias (variación altitudinal y orientación con respecto a los vientos).

El clima es un componente abiótico de suma importancia en el ecosistema, ya que influye en la caracterización de la vegetación, condiciones edafológicas, fisiológicas y el comportamiento hidrológico de la cuenca. Los elementos de mayor importancia en el clima son: precipitación, temperatura, humedad relativa y los vientos.

2.5.1 Precipitación. Está influenciada por la zona de convergencia intertropical (ZICT), la cual puede sufrir intensificaciones o atenuaciones en su efecto para los factores locales y orográficos. Estos factores se ponen en manifiesto en toda el área, por encontrarse localizadas en la Sierra Nevada de Santa Marta.

El promedio de precipitaciones mensuales está reflejada de la siguiente manera: 1) parte alta de la cuenca (2750 m.s.n.m.) 209.9 mm; 2) parte media (650 m.s.n.m) 179.1 mm y 3) Parte baja (4 m.s.n.m) 47.1 mm.

2.5.2 Hidrología: El río Gaira se forma al recibir el agua de varias quebradas que nacen a una altura de 2750 m.s.n.m en el Cerro Kennedy entre las que se encuentran la quebrada San Lorenzo Mayor, la Orquídea y las Nubes. Otras quebradas que en su corto recorrido aportan aguas al río son: la quebrada Arimaca, Dos aguas, las Mercedes, los Pérez y Marina (Santodomingo, et al, 2000). *no aparece en la Bibliografía??*

2.5.3 Suelos: Para la cuenca del río Gaira se encuentran clasificados según la posición fisiográfica y geomorfológica en suelos de colinas bajas, intermedias y altas (Molano, G. 19.70). *No aparece en la Bibliografía??*

- **Suelos de Colinas bajas:** Desarrollados en los 800 y 1000 m.s.n.m con pendientes dominantes de 45 65%, suelos superficiales, textura pesada o

liviana, drenaje interno y externo rápido y natural. A este tipo de suelo corresponde la serie de Bellavista, el Porvenir y Recreo. Este tipo de suelo son derivados de material coluvial.

- *Suelos de colina intermedia:* Se desarrollan a alturas entre los 1200 m.s.n.m y 1600 m.s.n.m con pendientes promedios de 60 y 80%, lo cual lo hace susceptible a la erosión hídrica. A este tipo de suelo corresponde la serie del Campano, el cual presenta suelo profundo con drenaje externo, rápido e interno, lento y natural, bien drenable, derivados de material coluvial.
- *Suelos de colinas altas:* Comprendidos entre 2000 y 2900 m.s.n.m, con pendientes que varían entre 20-30%. Aquí se encuentran las asociaciones San Lorenzo y la Victoria. La zona de san Lorenzo presenta suelos bien drenados, susceptibles a la erosión, como segunda serie se encuentra la Victoria, la cual posee suelos profundos de apreciable textura liviana, con drenajes externo e interno rápido con pendiente del 60%, suelos derivados de material coluvial (Frayter, et al., 2000).

3. METODOLOGÍA

3.1 FASE DE CAMPO

Ubicación de las estaciones de muestreo

Las estaciones de muestreo se seleccionaron teniendo en cuenta la altura sobre el nivel del mar y el fácil acceso.

Periodicidad

El muestreo fue realizado mensualmente entre los meses de Diciembre de 2000 (época post- lluvia) y Enero a Mayo de 2001 (época seca).

Área muestral

El área muestral se ubicó teniendo en cuenta 100 m a lo largo del río y la máxima cota del agua en un perfil horizontal, evaluando la vegetación arraigada y tomando el 30% del número total de plantas de cada morfotipo vegetal.

Parámetros físico- químicos del agua

En cada una de las estaciones se midieron "in situ" los siguiente parámetros:

Parámetro	Lugar	Método	Unidades
Oxígeno disuelto en el agua	"In Situ"	WINKLER	mgO ₂ /L
Temperatura	"In Situ"	Termómetro	°C
pH en el agua	"In Situ"	PH-metro	Unidades de pH
Dureza total	"In Situ"	WINKLER ??	Mg/l CaCO ₃

Recolección del material biológico

La recolección del material biológico se realizó en sitios donde se presentó la vegetación, tomando el 30% de cada una de las especies encontradas (alrededor de 6 plantas) con la ayuda de una red de 80 * 80 Cm de poro 0.25 m², la cual se colocaba en contracorriente a 10 Cm de la planta, extrayendo una a una de éstas y colocándolas en bolsas plásticas, rotuladas y fijadas en alcohol al 70%.

3.2 FASE DE LABORATORIO

El contenido de las bolsas se revisó usando una bandeja con equipo entomológico para retirar la fauna asociada a las macrófitas, luego este contenido se filtró a través de una malla de 0.5 mm y estos organismos fueron separados por grupos y preservados con Alcohol al 70% (Roldán 1.988).

El material vegetal fue prensado en papel periódico y conservado rociándole alcohol al 70% para su identificación posterior.

Las muestras de los organismos se contaron y determinaron con la ayuda de un estereoscopio en lo posible llegando hasta género, pero en algunos casos hasta familia, debido a la dificultad que se plantea en la identificación genérica de este grupo de organismos, esta labor se realizó con ayuda de material bibliográfico como: Meritt & Cummis (1.978), W. Patrick McCafferty (1.981), Flint (1.983) y Roldán (1.988).

3.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

En primera instancia se registró la información de los factores físico- químicos y biológicos en forma de tablas y gráficos permitiendo describir el comportamiento básico de los parámetros observados (estadística descriptiva).

Para medir las diferencias de riqueza en los sitios de muestreo se aplicó el Índice de Riqueza de Margalef (1.958), expresado de la siguiente manera.

$$R1 = \frac{S - 1}{\ln(n)}$$

donde: S = No. De individuos de la taxa

n = No. Total de individuos

Para conocer la relación de los parámetros físico- químicos con la riqueza se realizó un análisis de correlación de Spearson y para determinar la correlación entre las estaciones- riqueza y riqueza- meses muestreados se realizó un análisis para datos no paramétricos (Kruskall – Wallis)

4. RESULTADOS

4.1 PARAMETROS FÍSICO- QUÍMICOS

Tabla 1 Estación 1. La Victoria

PARÁMETROS	MESES MUESTREADOS					
	Dic/00	Ene/01	Feb/01	Mar/01	Abr/01	May/01
Temperatura (°C)	17	15.5	15	14.3	14	15.3
Oxígeno disuelto (mg/l O ₂)	8.0	8.2	8.4	8.6	8.8	8.3
PH (unidades de pH)	7.2	7.1	7.0	7.2	6.9	7.4
Dureza (mg/l CaCO ₃)	1.2	1.1	1.6	1.5	0.9	1.0

Tabla 2. Estación 2. Fozo Azul

PARÁMETROS	MESES MUESTREADOS					
	Dic/00	Ene/01	Feb/01	Mar/01	Abr/01	May/01
Temperatura (°C)	19.5	18.5	20	19	17.5	19.3
Oxígeno disuelto (mg/l O ₂)	7.8	8.1	7.2	8.0	8.5	7.8
PH (unidades de pH)	7.3	7.2	6.9	7.1	7.4	7.7
Dureza (mg/l CaCO ₃)	1.5	1.3	1.7	1.4	1.2	1.5

Tabla 3 Estación 3. Puerto Mosquito

PARÁMETROS	MESES MUESTREADOS					
	Dic/00	Ene/01	Feb/01	Mar/01	Abr/01	May/01
Temperatura (°C)	26.5	29.0	27.5	28.0	26	28.3
Oxígeno disuelto (mg/l O ₂)	6.9	5.5	6.2	5.9	7.3	5.7
PH (unidades de pH)	7.5	7.0	7.4	7.8	7.0	7.7
Dureza (mg/l CaCO ₃)	1.7	1.6	2.0	2.3	2.5	1.9

4.2 BIOLÓGICOS

4.2.1 **Macrófitas.** Se encontró básicamente un grupo de Angiospermas de la familia Podostemaceae, la cual es fundamentalmente Tropical. Superficialmente se parece a un alga macróscopica, y florece en aguas rápidas adheridas a piedras del lecho del río por adherencias carnosas discoidales en vez de raíces (Cole, 1988).

4.2.2 *Macrofauna Asociada*

4.2.2.1.1 **Número de Macroinvertebrados encontrados en cada una de las estaciones.**

4.2.2.1.2 Estación 1. La Victoria: Se realizó la determinación de la fauna asociada la cual dio como resultado la presencia de 7 Ordenes, 11 Familias, 12 géneros en un recuento total de 532 organismos del Phylum Artropoda. De los 7 Ordenes referenciados sobresalen por su abundancia Ephemeroptera (188 individuos) y Trichoptera (209 individuos), conformando el 35.3% y 39.2% respectivamente, dominando los representantes del orden Trichopetera. El mayor número de organismos se encuentran en el mes de Abril/01 (117 individuos) y el menor número en el mes de Dic/00 (70 individuos) (Tabla No.4 y Fig No. 2 - 2a).

4.2.2.1.3 Estación 2. Pozo Azul: En esta estación se presentaron 3 Phylum Platyhelminthes, Arthropoda y Mollusca, con 1 Clase, 1 familia y 1 género; 9 Ordenes, 21 familia, 17 géneros; 1 clase, 1 subclase y 2 familias respectivamente, en un recuento de 2068 individuos. De los 7 ordenes referenciados sobresalen por su abundancia Ephemeroptera (533 individuos), representando el 25.7% del total de individuos y Trichoptera (1341 individuos), representando el 64.8% de la fauna reportada. El menor número de individuos para la especie No.1 de macrófitas se encontró en el mes de mayo de 2001 (77 individuos) y el mayor

número en el mes de abril de 2001 (116 individuos), para la especie No.2 de macrófitas el menor número de organismos se presenta en el mes de diciembre de 2000 (140 individuos) y el mayor número en el mes de enero de 2001(183 individuos) y para la especie No. 3 de macrófita, el menor número de organismos se da en el mes de Febrero de 2001(55 individuos) y el mayor en el mes de diciembre de 2000 (103 individuos). (Tabla No. 5 y Figura 3 – 3a).

4.2.2.1.4 *Estación 3. Puerto Mosquito*: Se registra la presencia de 2 Phylum Arthropoda, con 8 Ordenes, 21 Familias y 7 géneros y Mollusca con 1 Clase, 1 Subclase y 3 Familias respectivamente, en un recuento total de 1110 organismos. De los 8 ordenes referenciados sobresalen por su abundancia Diptera (390 individuos), formando así el 35.1 % y Coleoptera (239 individuos), formando el 21.5% del número total de la fauna asociada. Para la Sp1, el menor número de organismos se presenta en el mes de Enero/01 (43 individuos) y el mayor número en el mes de Abril /01 (91 individuos); para la Sp2 el menor número se registró en el mes de diciembre/00 (58 individuos) y el mayor en el mes de Abril (144 individuos) y para la Sp3 el menor número se presenta en el mes de marzo/01 (41) y el mayor en el mes de Abril /01 (106 individuos) (Tabla No.6 y Figura 4- 4a).

Figura No. 2. Número de organismos presentes por mes para el morfo 1- Estación 1

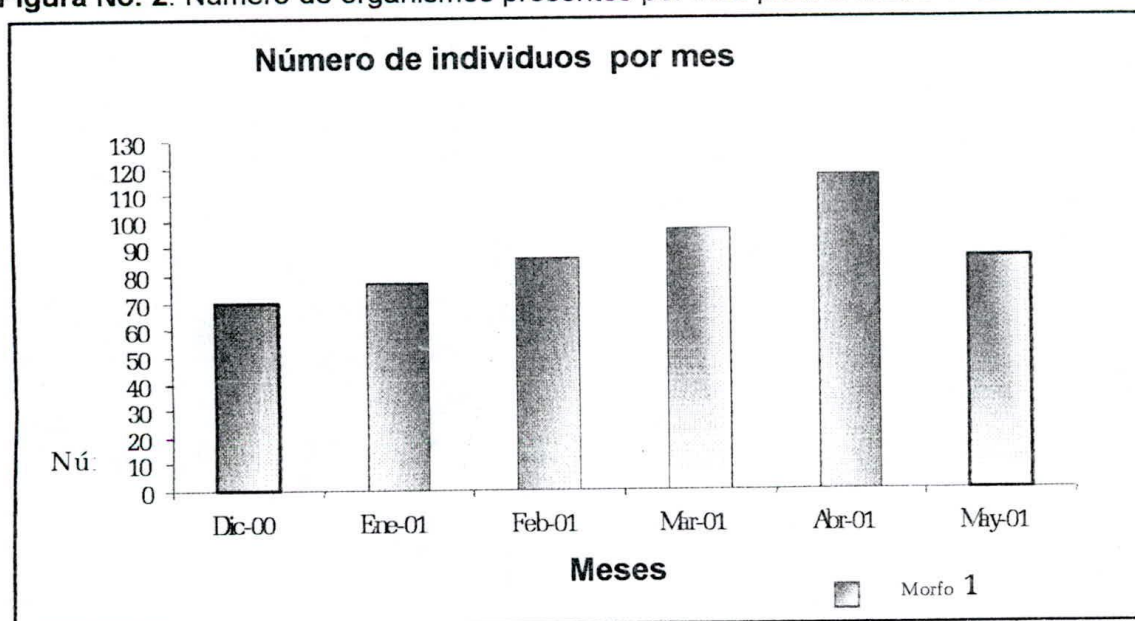


Figura No. 2a. Porcentajes de los ordenes de macroinvertebrados presentes en el Morfotipo 1- Estación 1.

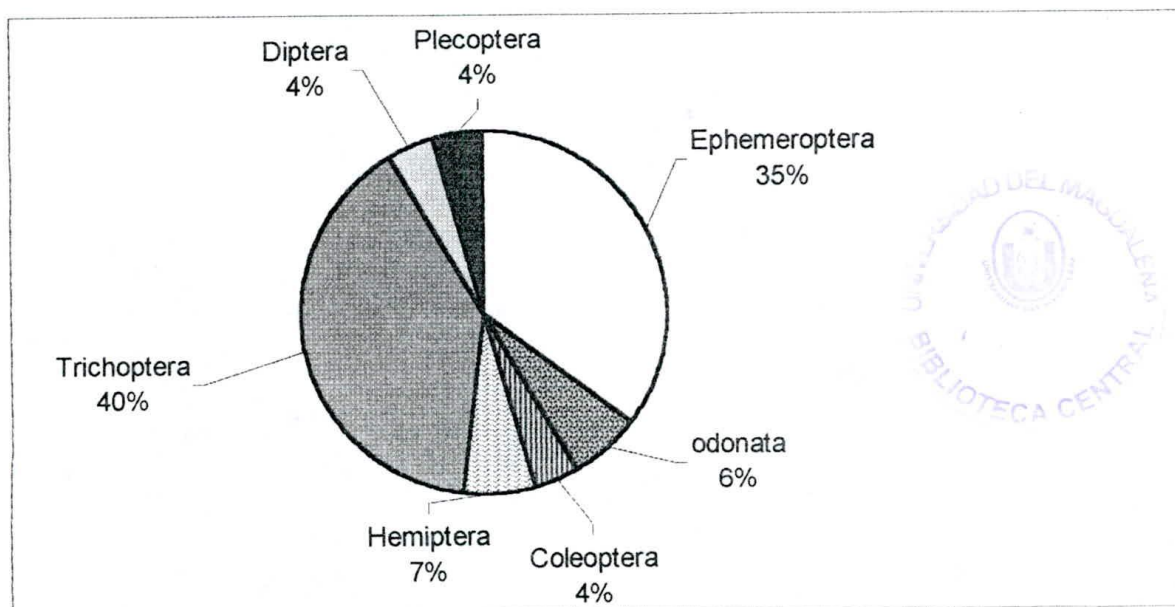


Figura No. 3. Número de individuos presentes por mes para los Morfotipos 1, 2 y 3 Estación 2.

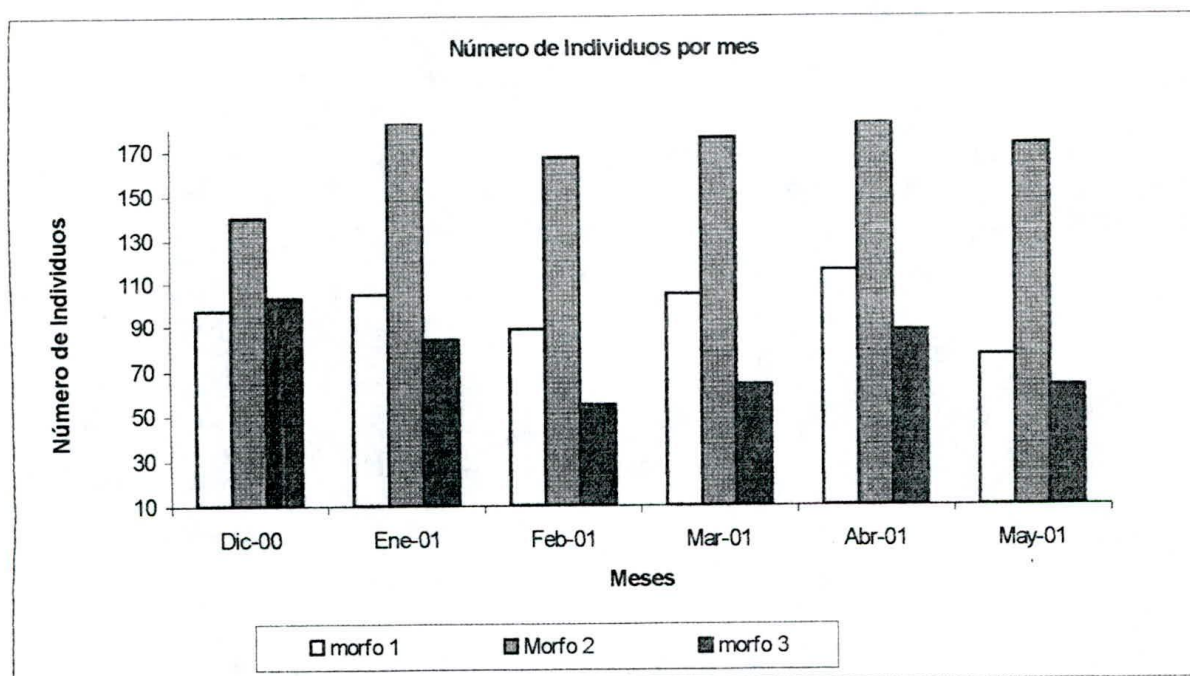


Figura No. 3a. Porcentajes de ordenes de macroinvertebrados presentes en los Morfotipos 1-2 y 3 Estación 2.

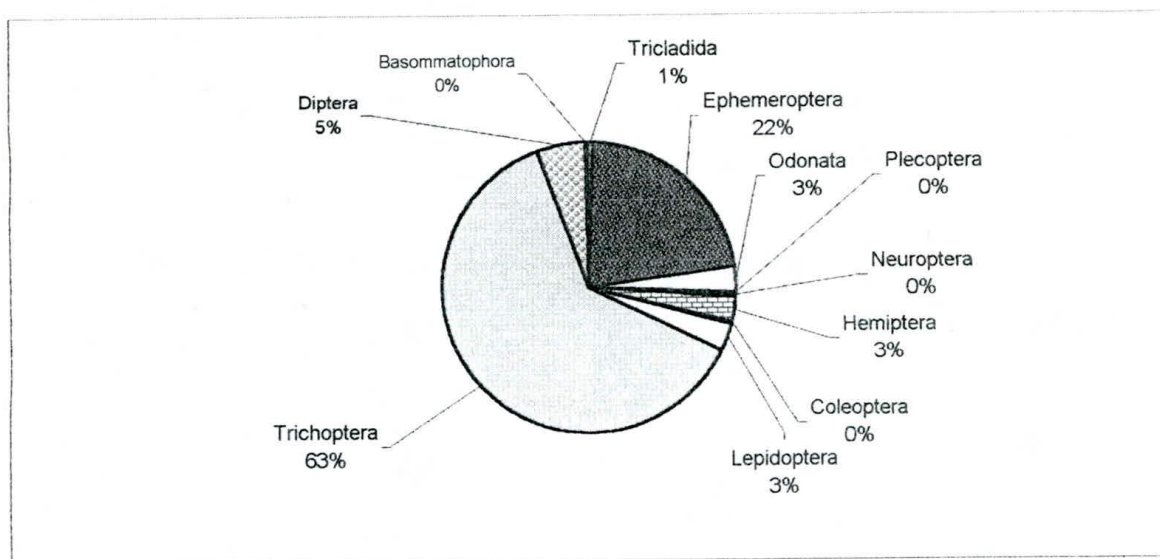


Figura No.4. Número de individuos presentes por mes para los Morfotipos 1-2 y 3 Estación 3.

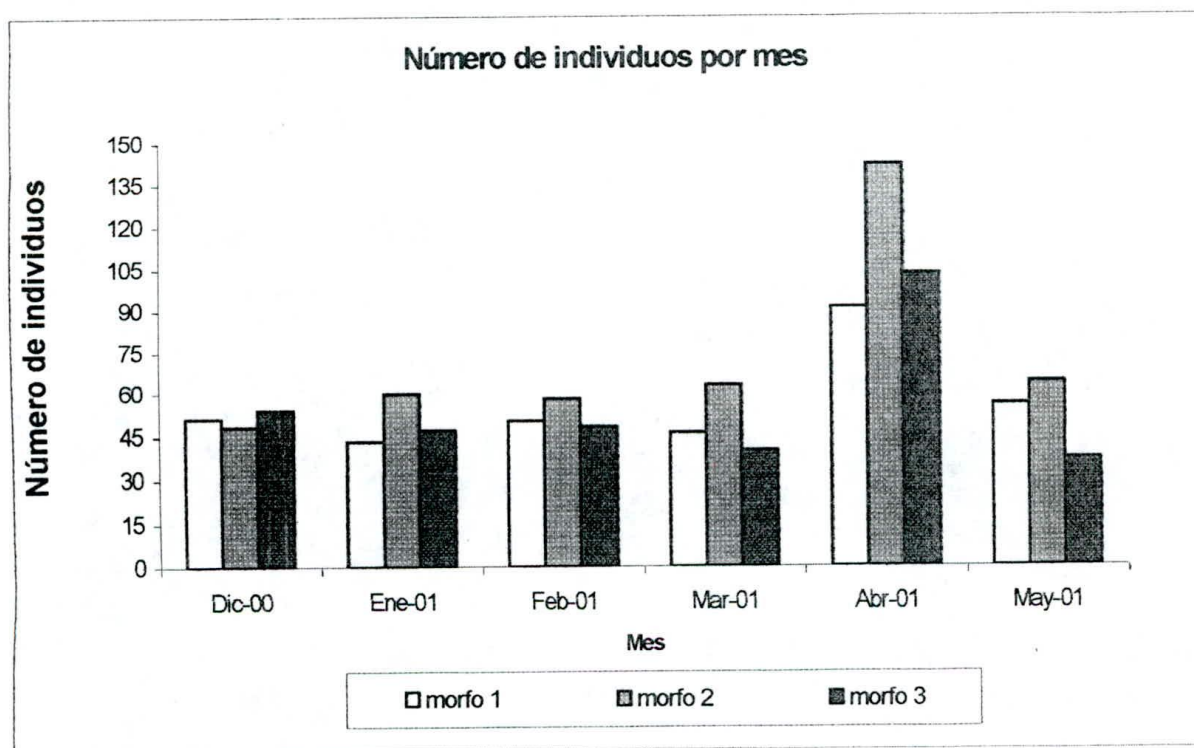


Figura No. 4a. Porcentajes de ordenes de macroinvertebrados presentes en los morfotipos 1-2 y 3 Estación 3.

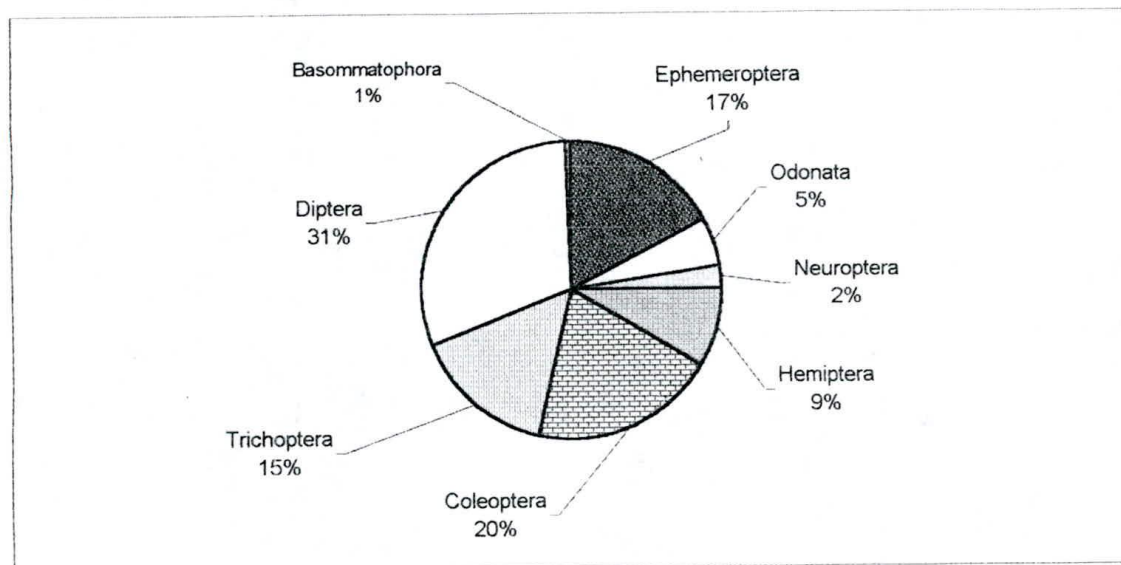


Figura No. 5. Porcentaje total de las familias asociadas a las macrófitas en las 3 estaciones de muestreo.

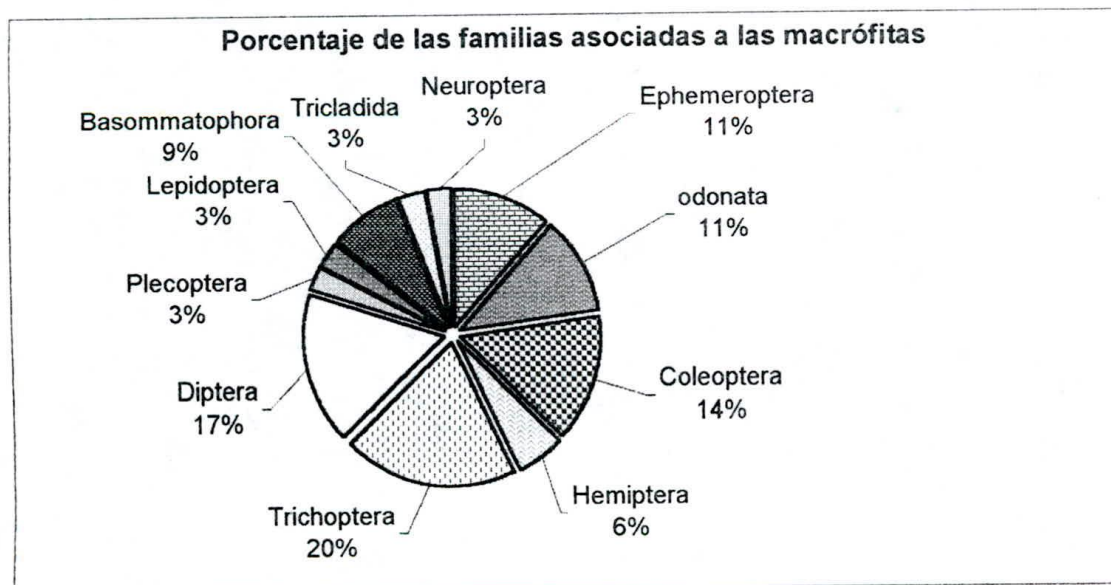


Tabla No. 4. Número de Macroinvertebrados en la estación No. 1. - La Victoria

GRUPO	MESES MUESTREADOS					
	Dic-00	Ene-01	Feb-01	Mar-01	Abr-01	May-01
EPHEMEROPTERA						
Baetidae						
Baetis	8	9	15	12	11	12
Baetodes	5	10	7	5	10	9
Oligoneuriidae						
Lachlania	7	5	9	8	13	5
Leptophlebiidae						
Terpides	3	2	7	2	9	5
ODONATA						
Coenagrinoidea						
Argia	2	1	1	2	1	2
Calopterygidae						
Hetaerina	5	3	4	5	5	2
COLEOPTERA						
Dryopidae						
Elmoparvus	7	5	1	5	2	1
HEMIPTERA						
Veliidae						
Microvelia	1	2	5	3	2	2
Rhagovelia	4	3	3	5	4	1
TRICHOPTERA						
Hydrosychidae						
Leptonema	7	15	17	16	23	19
Smicridea	9	11	12	14	12	21
Leptoceridae	3	5	1	9	13	2
DIPTERA						
Simuliidae	4	2	2	5	8	2
PLECOPTERA						
Perlidae						
Anacroneuria	5	4	2	5	4	3
Total Indiv x Mes	70	77	86	96	117	86

MESES MUESTREADOS

ORDEN	Dic-00	Ene-01	Feb-01	Mar-01	Abr-01	May-01	Dic-00	Ene-01	Feb-01	Mar-01	Abr-01	May-01	Dic-00	Ene-01	Feb-01	Mar-01	Abr-01	May-01
TURBELLARIA																		
TRICLADIDA																		
Planariidae																		
Dugesia	1									1								
EPHEMEROPTERA																		
Baetidae																		
Baetis	7	5	7	9	3	4	14	21	11	20	12	19	5	2	3	1	7	3
Baetodes	8	10	5	4	9	2	12	16	9	15	14	18	3	1	2		3	4
Oligoneuriidae																		
Lachania	7	2		9	14	5	17	13	16	9	15	8	4	5	4	9	1	2
Leptophlebiidae																		
Thraulodes	2	5	1	3	7		7	9	9	3		7	4	7			2	3
Terpides				1	5	2	12	3		1	4		1			3	2	2
ODONATA																		
ANISOPTERA																		
Gomphidae																		
Progomphus			1			1		3			1						1	
Libellulidae																1		
Brechmorhoga		1								1								
ZYGOPTERA																		
Coenagrionidae																		
Argia	1		2			1			1		1			2				
PLECOPTERA																		
Perlidae																		
Anacronetia							2		2		1		1	1	1			
NEUROPTERA																		
Corydalidae																		
Coryladus			1				1	1		2		2		1			1	
HEMIPTERA																		
GERROMORPHA																		
Veliidae																		
Microvelia		1			1			2	2	2		1		1	1		1	1
Rhagovelia	2		2		2		5		2		1		4			3		1
COLEOPTERA																		
Dryopidae																		
Elmoparhys	1							1				2					1	
LEPIDOPTERA																		
Pyalidae	2			4			7		2					3			2	
TRICHOPTERA																		
Leptoceridae	7	12	20	12	10	7	5	15	18	30	23	7	14	9	8	3	6	2
Hydropsychidae																		
Leptonema	15	23	9	21	18	11	17	32	22	19	30	25	24	15	8	9	13	12
Smicridea	19	13	15	20	12	18	23	26	33	21	28	19	22	10	9	11	15	10
Helicopsychidae																		
Helicopsyche	17	18	13	15	21	23	14	28	30	42	29	45	17	18	9	15	23	15
Phylopotamidae			3				1					5				3		
Calamoceratidae																		
Phylloicus	3	5	2	1	1				4		3	5	2	2	1		4	1
Glosomatidae	2	2	2	2	2	1	1	7	3	3	4	6	1	1	3	1	2	2
Hydroptilidae			1		1				1									
DIPTERA																		
Chironomidae										1			1		1			1
Simuliidae	2	5	4		3		1		3	3	9	2		1	4		2	
Dixidae	1	3	1	4	7	2	1	5		2	8	1		5		5		4
MOLLUSCA																		
GASTROPODA																		
PULMONATA																		
BASOMMATOPHORA																		
Physidae									1						1			
Lymnaeidae								1		1		1					2	
Total indiv x Mes	97	105	89	105	116	77	140	183	167	176	183	173	103	84	55	64	88	63

Comp.

Tabla No. 6. Número de Macroinvertebrados en la estación No. 3. - Puerto Mosquito
Morfortipo 1

ORDEN	MESES MUESTREADOS						Morfortipo 2						Morfortipo 3					
	Dic-00	Ene-01	Feb-01	Mar-01	Abr-01	May-01	Dic-00	Ene-01	Feb-01	Mar-01	Abr-01	May-01	Dic-00	Ene-01	Feb-01	Mar-01	Abr-01	May-01
EPHEMEROPTERA																		
Baetidae																		
Baetodes	5	4	5	3	8	2	5	5	7	5	10	1	5	3	2	2	7	2
Tricorythidae																		
Leptohypes	5	4	5	6	1	7	2	4	5	2	9	4	4	2	1	1	5	2
ODONATA																		
ANISOPTERA																		
Gomphidae																		
Progomphus		1	3		3	1		3	1	1	5		1	1		1	1	
Libellulidae	2	1	1		2		2		2	1	7	3	2	1	1	2	4	1
PLECOPTERA																		
perlidae																		
Anacroneuria		1			2				1	4	1		1	1	1		3	
NEUROPTERA																		
Corydalidae																		
Corylus		2		2	1	1	1	1	2	2	5	2					2	
HEMIPTERA																		
GERRROMORPHA																		
Veliidae																		
Microvelia	2	3	1	1	4	2	2	1	2	5	4	3	1	1	2	1	1	2
Belostomatidae	3	1	2	4	1	5	3	2	2	2	7	5	4	2	2	2	5	1
COLEOPTERA																		
Dytiscidae	3	2	1	3	4	2	1	2	1		7	2	3	1	2	3	4	2
Elmidae	1	2	2	1	3	1	2	3	2	2	6	1	2	1	2	2	3	3
Staphylinidae	2	1	1	2	4	4	5	4	3	3	9	1	1	1	2	2	5	2
Psephenidae	3	3	2	1	5	2	2	2	4	2	6	2	3	2	2	3	6	1
Dryopidae	1	1	2	2	5	2	3	2	2	4	7	7	4	2	2	2	2	4
TRICHOPTERA																		
Leptoceridae	5	2	5	4	7	6	2	4	2	5	9	3	4	2	3	3	7	2
Hydropsychidae																		
Smicridea	6	3	4	2	4	2	3	4	4	3	7	6	4	3	2	2	7	3
DIPTERA																		
Chironomidae	2	3	2	6	9	5	4	4	5	4	11	9	3	5	6	4	11	7
Tabanidae	2	2	4	4	5	2	5	4	4	5	13	3	4	7	4	6	12	5
Tanypodinae	4	3	2	4	10	4	6	5	4	3	10	4	6	9	7	2	11	8
Chironominae	5	3	5	3	11	4	7	6	5	4	9	2	5	4	4	3	10	7
MOLLUSCA																		
GASTROPODA																		
PULMONATA																		
BASOMMATOPHORA																		
Physidae		1			2						1				1			
Lymnaeidae																		
Ancylidae					1													
Total Indiv x Mes	51	43	47	48	91	52	55	56	58	57	144	58	57	48	46	41	106	52

4.2.2.2 Riqueza

Tabla 7. Variación de la riqueza según el índice de Margalef (1.984)

Mes	M1,1	M1,2	M2,2	M3,2	M1,3	M2,3	M3,3
Diciembre	10,99	15,05	20,05	16,65	8,61	8,91	9,55
Enero	12,10	16,30	26,26	13,55	7,23	9,07	8,02
Febrero	13,54	13,79	23,95	8,81	7,92	9,40	7,68
Marzo	15,13	16,30	25,25	10,28	8,09	9,24	6,82
Abr	18,48	18,02	26,26	14,20	15,50	23,60	17,92
May	13,54	11,91	24,82	10,12	8,78	9,40	8,70

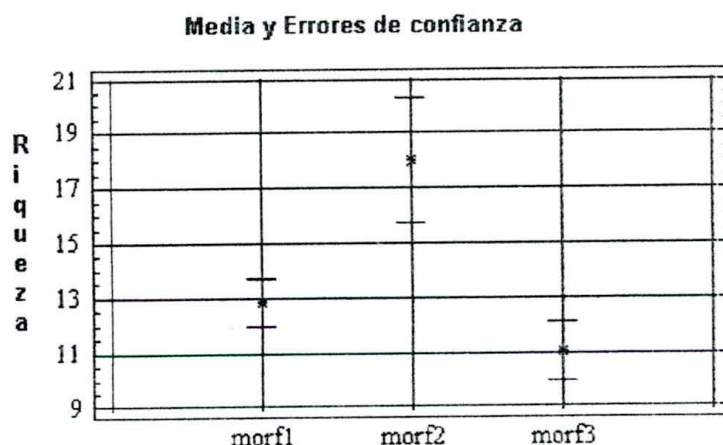
M1.1 – Morfotipo 1 estación 1; M1.2- Morfotipo 1 estación 2; M1.3- Morfotipo 1 estación 3; M2.2- Morfotipo 2 estación 2; M2.3 Morfotipo 2 estación 3; M3.2- Morfotipo 3 estación 2 y M3.3- Morfotipo 3 estación 3.

En general se obtuvo mayor riqueza en la estación No. 2, siendo los más altos los hallados para el morfotipo 2 (valores entre 20 y 26.5). Además también se puede ver que este valor es considerablemente alto en el mes de abril para todas las estaciones.

4.3 RELACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS CON LA RIQUEZA

Para establecer la correlación entre la riqueza y los parámetros físico- químicos se trabajó con las medias de riqueza, observándose que el morfotipo 2 posee mayor riqueza con respecto a los otros dos morfos (Figura No. 6)

Figura No. 6. Medias y error de confianza para correlación entre parámetros físico-químicos y Riqueza.



En la tabla No. 9, se muestra la correlación de Spearman entre pares de variables, el coeficiente de Spearman calcula los rangos de valores de los datos entre ellos mismos. Un valor de P por debajo de 0.05 indica que no hay diferencia estadísticamente significativa en la correlación con un nivel de confianza del 95%.

Tabla 8. Correlación de los parámetros físico- químicos y la riqueza por morfotipo

Spearman Rank Correlations

	morf1	morf2	morf3
morf1		0,8735 (12) 0,0038	0,8301 (12) 0,0059
morf2	0,8735 (12) 0,0038		0,6070 (12) 0,0441
morf3	0,8301 (12) 0,0059	0,6070 (12) 0,0441	
oxi	0,9088 (12) 0,0026	0,8787 (12) 0,0036	0,7776 (12) 0,0099
pH	-0,2817 (12) 0,3502	-0,2557 (12) 0,3963	-0,3515 (12) 0,2437
Lemp	-0,8862 (12) 0,0033	-0,8947 (12) 0,0030	-0,7133 (12) 0,0180
dur	-0,5975 (12) 0,0475	-0,6549 (12) 0,0298	-0,4386 (12) 0,1458

0.8735 = Coeficiente de correlación (12) = Número de muestras 0.0038 = Valor del estadístico P.

4.4 ANÁLISIS ENTRE RIQUEZA Y MORFOTIPOS VEGETALES

El análisis de chequeo de variación muestra que la desviación estándar de los valores de riqueza no es la misma para cada morfo, indicando que los datos no tienen una distribución normal, además, la variancia calculada para cada uno

muestran que no son homogéneas. Por lo tanto, la ANOVA no es recomendable como herramienta estadística para determinar diferencias entre los morfos sino una prueba no paramétrica como la de Kruskal-Wallis.

Tabla 9. Prueba de Kruskal- Wallis para Riqueza por Morfo

Kruskal-Wallis Test for riqueza by factor

factor	Sample Size	Average Rank
Morfo 1	18	20,6667
Morfo 2	12	28,1667
Morfo 3	12	16,0833
Test statistic = 5,96816 P-Value = 0,0505861		

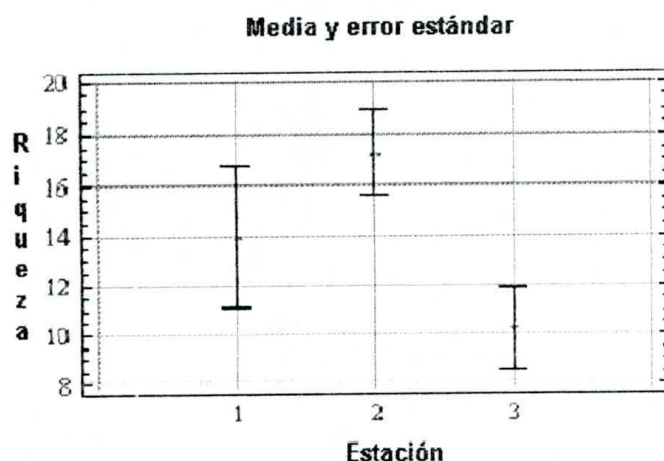
4.5 ANÁLISIS ENTRE RIQUEZA Y ESTACIONES

Tabla 10. Análisis ANOVA para determinar la relación entre la Riqueza y las Estaciones

ANOVA Table for riqueza by estac

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	449,151	2	224,576	9,39	0,0005
Within groups	932,887	39	23,9202		
Total (Corr.)	1382,04	41			

Figura No. 7. Medias y error estándar para análisis entre Estaciones y Riqueza.



4.6 ANÁLISIS ENTRE RIQUEZA Y MESES MUESTREADOS

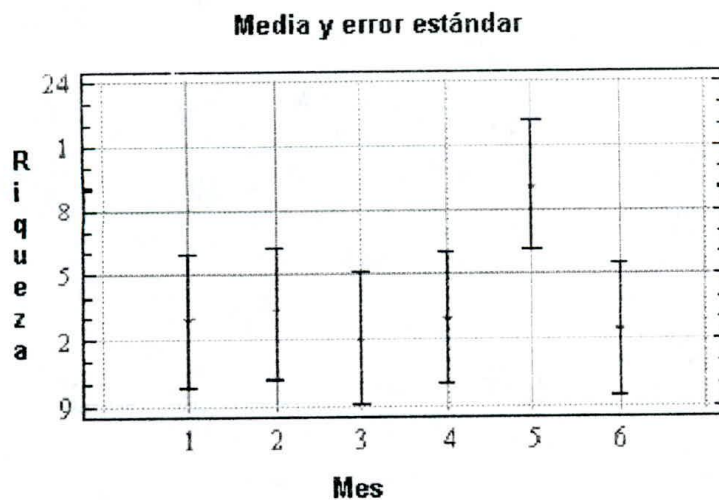
Para determinar la relación existente entre la riqueza y los meses muestreados, se utilizó un análisis ANOVA para datos parámétricos, teniendo en cuenta que el Chi-varianza muestra una distribución normal de los datos.

Tabla 11. Análisis ANOVA para la relación entre Riqueza y Mes.

ANOVA Table for riqueza by mes

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	244,185	5	48,8369	1,55	0,2005
Within groups	1137,85	36	31,607		
Total (Corr.)	1382,04	41			

Figura No. 8. Medias y error estándar para análisis entre Riqueza y Meses muestreados.



5. DISCUSIÓN

5.1 PARÁMETROS FÍSICO- QUÍMICOS

Existe una variación significativa en los datos de Oxígeno disuelto en las tres estaciones estudiadas, lo cual puede deberse a aspectos tales como: a) la altitud, 2) velocidad de la corriente y 3) intervención antrópica en el ecosistema. Esto se plantea debido a que la estación No. 1 (1125 m.s.n.m), se caracteriza por presentar pendientes fuertes y corrientes rápidas, lo que favorece la oxigenación por el movimiento de la masa de agua, además, ésta no presenta una intervención antrópica marcada, este mismo comportamiento se presenta de manera muy similar en la estación No. 2; la estación No. 3 presenta características totalmente contrarias a las anteriores, ésta estación por encontrarse en la parte baja de la cuenca ha recorrido gran parte de ella y el efecto del hombre es bastante marcado contribuyendo al deterioro de la calidad del agua, reflejándose en los valores de estos parámetros hallados para la misma.

La temperatura también presenta diferencias marcadas, lo cual se asocia con la ubicación de cada una de las estaciones (altitud), la cobertura vegetal presente en la ribera de la cuenca y la velocidad de la corriente para los puntos muestreados.

El pH por lo general se mantiene constante en las estaciones muestreadas, registrándose los valores más altos en puerto mosquito, pero esta podría estar relacionado con las características propias de la misma.

5.2 MACROFAUNA ASOCIADA

5.2.1 Número de individuos: El número de Individuos fluctuó a lo largo del período muestreado, presentándose el mayor valor en la estación 2, asociado con la presencia de 3 especies de macrófitas y mayor cobertura vegetal con respecto a la primera, por tanto, mayor sustrato ofrecido para los individuos. La mayor abundancia se registró en el mes de abril en todas las estaciones, lo cual puede estar relacionado a los valores de oxígeno (mayores) reportados para este mes, este patrón se conservó para el morfotipo 1, pero para el morfotipo 2 y 3 en la estación No. 2 se registró mayor número de organismos para el mes de diciembre y enero respectivamente (Figura No. 5) .

En la primera y segunda estación se observó que el orden dominante fue Trichoptera, seguido por el orden Ephemeroptera, esto suele estar relacionado con la ecología de los mismos que por lo general viven en aguas corrientes, limpias y oxigenadas, características propias de estas estaciones. Otro aspecto con el cual podría estar relacionado la dominancia del orden Trichoptera, tiene que ver con las adaptaciones que poseen estos organismos, que consiste en construir sus propias casas o refugios, como el caso de los *Helycopsyche* que secretan material adhesivo con el que pegan su cápsula pedregosa en forma de caracol al sustrato, cuya función es la protección contra los depredadores y al estrés producido por la corriente (Cole, 1988). La abundancia de éstos en la segunda estación podría estar influenciada por la cobertura de macrófitas que allí se presenta, la cual ofrece mayor sustrato y por tanto mayor probabilidad de arraigarse un gran número de macroinvertebrados.

En la estación 3 predominan los Coleopteros y Dipteros, esto debido a las características propias de dicha estación, la cual presenta un valor promedio de Oxígeno (5.0mg/l) relativamente bajo con respecto a los otros puntos de muestreo, lo cual puede de alguna manera favorecer la presencia de representantes de dichos ordenes, donde algunas familias (Chironomidae, Tabanidae, Tanypodidae,

Chironominae) son indicadoras de una condición entre moderada y alta contaminación (Roldán 1988). Un aspecto importante para explicar la abundancia de estos órdenes, es que algunas familias de Coleoptera como Dytiscidae y Staphylinidae son predadoras, lo que podría influir de manera directa en la abundancia de los otros órdenes presentes, si se tiene en cuenta que estas dos familias constituyen el 37%, de los Coleopteros, para esta estación.

5.2.2 Riqueza: Teniendo en cuenta el corto tramo estudiado de la cuenca (parte media y baja) y el tipo de muestreo (selectivo) se observó una alta riqueza de individuos que conforman este ecosistema. Rubiano en 1993 reportó 34 familias de invertebrados asociados a las macrófitas acuáticas en dos esteros Piscilago y Vigía en puerto Lopez (Meta) y Arévalo en 1995 reportó 61 familias de macrofauna asociada a las macrófitas en tres ambientes lóticos del Piedemonte Llanero. En el presente trabajo se reporta la presencia de 35 familias de macroinvertebrados asociados a las macrófitas, presentándose el mayor número en la estación No. 3 (23 familias) y el menor número en la estación No. 1 (11 familias), esto debido a la presencia de un solo una morfotipo vegetal y por tanto menor cobertura y sustrato para los organismos.

5.3 RELACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO- QUÍMICOS Y RIQUEZA PARA CADA MORFOTIPO

La tabla No. 9 muestra que existe una relación estadísticamente significativa entre cada uno de los morfotipos de macrófitas y el oxígeno ($P < 0.01$), esta relación es de tipo directa, debido a que mayor concentración de oxígeno mayor riqueza de especies. Esto podría relacionarse con las adaptaciones fisiológicas de cada una de las familias de macroinvertebrados encontradas. Se observa un mayor porcentaje de correlación (90%) entre el oxígeno y el morfotipo 1, lo que podría deberse a la presencia de éste en todas las estaciones muestreadas.

También existe una relación estadísticamente significativa con la temperatura ($P < 0.05$), esta relación es de tipo inversa, a mayor temperatura menor riqueza de especies. Esto podría estar relacionado con la influencia que ejerce este parámetro en el ciclo de vida y la distribución de las comunidades bénticas, (Escobar, 1989).

5.4 ANÁLISIS ENTRE RIQUEZA Y MORFOTIPOS VEGETALES

La tabla No. 10 Muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre la riqueza y los morfotipos vegetales ($p > 0.05$). Lo que podría estar relacionado con el hecho de que en éstos se mantiene un número de familias aproximadamente igual, lo que indica que no hay preferencia de los macroinvertebrados, que la planta solo es utilizada como sustrato.

5.5 ANÁLISIS ENTRE RIQUEZA Y ESTACIONES

La tabla No. 10, muestra que hay una diferencia estadísticamente significativa para cada estación ($p < 0.01$) del valor de la riqueza. Esto puede deberse a que los factores físico – químicos como el oxígeno y la temperatura favorecen o limitan la presencia de algunas familias para cada estación. Este hecho también se podría relacionar con el reemplazo de especies existentes para cada una de las estaciones, por ejemplo, el número de familias del orden Trichoptera para las estaciones No. 1 y 2 y el número de familias para el orden Coleoptera en la estación No. 3 (Ver tablas 4, 5 y 6)

5.6 ANÁLISIS ENTRE RIQUEZA Y MESES MUESTREADOS

En la tabla No. 11 se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas en los valores de riqueza para cada mes ($p > 0.1$), lo que se relaciona con el hecho de que el período de muestreo correspondió solo a una época climática y por lo tanto, las condiciones ambientales no presentaron cambios drásticos, dándose una uniformidad en la macrofauna asociada.

CONCLUSIONES

De acuerdo al número total de individuos encontrados en las macrófitas (3710), se puede decir que la vegetación acuática representa un sustrato de importancia para las comunidades de macroinvertebrados, debido a que ellas albergan gran cantidad de estos individuos, especialmente en estados larvales, entre los cuales merecen mencionarse los representantes de los órdenes Trichoptera, Ephemeroptera, Coleoptera, Odonata y Hemiptera, los cuales cumplen parte de su ciclo biológico en ellas, protegiéndose de esta manera de los predadores y evitando ser arrastrados por la corriente.

Los parámetros físico – químicos, como el oxígeno que influye de manera directa sobre la riqueza y composición de las comunidades de macroinvertebrados (Tabla No. 8), convirtiéndose así en una limitante para la distribución espacial de las comunidades a lo largo del ecosistema lótico. Al igual que el Oxígeno, la temperatura influye sobre la riqueza de individuos a lo largo del ecosistema, pero de manera inversa, es decir, a mayor temperatura menor riqueza. Otro factor netamente físico que influye sobre las comunidades de macroinvertebrados es la velocidad de la corriente, la cual limita la presencia de algunos grupos, solo aquellos que poseen las adaptaciones fisiológicas y morfológicas para soportar este factor son los que se mantienen a través del tiempo.

Los Ordenes Trichoptera y Ephemeroptera, poseen una amplia distribución a lo largo del ecosistema lótico, ya que se presentan en porcentajes apreciables en las tres estaciones estudiadas (Figuras 2a, 3a y 4a).

La Riqueza de macroinvertebrados acuáticos asociados a las macrófitas es alta, representada en 35 familias para la zona estudiada, siendo los de mayor abundancia los ordenes Trichoptera (7), Diptera (6), Coleoptera (5), Odonata (4) y Ephemeroptera (4) y de menor abundancia los ordenes Plecoptera, Neuroptera y Lepidoptera, con 1 familia respectivamente (Figura No. 5).

Los datos encontrados con los análisis realizados muestran que no existe diferencia significativa entre la riqueza de familias de macroinvertebrados y los morfotipos vegetales (Tabla No. 9)

BIBLIOGRAFÍA

- 📖 ARÉVALO, César; GÓMEZ Diana. 1995. Estudio Comparativo de la Macrofauna Asociada a Macrófitas Acuáticas en tres ambientes lóticos del piedemonte Llanero. Trabajo de Grado. Departamento de Biología. U. Nacional de Colombia. Santa fe de Bogotá.
- 📖 BLANCO, Ligia. 1989. Estudio de las comunidades de invertebrados asociados a las Macrófitas acuáticas de tres lagunas de inundación de la sección baja del río Orinoco. Ed. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. Venezuela
- 📖 COLE, A. Gerald. 1988. Manual de limnología. Editorial Hemisferio Sur S.A. Argentina. 405 p.
- 📖 CUMMINS, K.W. 1973. Trophic relations of aquatic insects. Ann, rev. of Entomology N. 18 (185-205).
- 📖 FRAYTER, et al. 2000. Plan de manejo integral de la cuenca hidrográfica del Río Gaira. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Facultad de Ciencias económicas. Unimag- Corpamag. 286 p.
- 📖 HYNES, H.B.N. 1970. The Ecology of Running Waters. University of Toronto Press, Canadá.
- 📖 JACOBSEN, Dean. 1997. Curso sobre Ecología de plantas acuáticas y la fauna de Macroinvertebrados a ellas asociada. Universidad de Antioquía.

- 📖 MCCAFFERTY, Patrick. 1983. Aquatic Entomology. Jones And Bartellett Ed. Bostón. 448 páginas
- 📖 MARGALEF, Ramón. 1983. Limnología. Ediciones Omega, S.A. ISBN: 84-282-0714-3. Barcelona.
- 📖 MERRIT, R.W and K.W. CUMMIS. (1978). An Introduction to the Aquatic Insects of Nort America. Kendall/ Hunt Plubishing Company U.S.A.
- 📖 PEREZ, C. 1962. Estudio Ecológico para el manejo de la cuenca de la cuenca de los ríos Gaira y Manzanares de la Sierra Nevada de Santa Marta. Revista Acodal 112p.
- 📖 RAMIREZ, Alberto; VIÑA, Gerardo; 1998. Limnología Colombiana. Primera Edición. Ed. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Pág. 163-179.
- 📖 RAMIREZ, Alberto. 1999. Ecología Aplicada. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. ISBN 958-9029-19-1. 325 pag.
- 📖 ROLDAN, G. 1988. Guía para el Estudio de los Macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia FEN. Colciencias Ed. Presencia, Bogotá, 210 Pág.
- 📖 RUBIANO, L. 1993. Estudio Ecológico de la Artropofauna asociado a las Macrófitas Acuáticas en los esteros piscilago y el vigía ubicados en Puerto López Meta. Trabajo de Grado. Departamento de Biología. U. Nacional de Colombia. Santa fe de Bogotá.

- 📖 SCHMIDT, U. 1988. Vegetación Acuática y palaustre de la parte alta de la hoya del Río Namay (Alban Cundinamarca). Pérez Arbeleazia (11) 6-7, Enero-Junio.
- 📖 USINGER, R.L. 1973. Aquatic Insect of California With Keys to North American genera and California Species, U.S.A.
- 📖 ZULUAGA, Patricia. Consultor independiente. Medellín A.An49-459. Tel: 2624140. Ecología acuática/ Macroinvertebrados.
- 📖 <http://www.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/Trichop.html>
- 📖 <http://www.pescaenred.com/entomologia/tricopteros.htm>
- 📖 http://www.anzueloysedal.com/articul/art77_2.htm

Anexos

Anexo 1. UBICACIÓN TAXONÓMICA DE LOS MACROINVERTEBRADOS
ASOCIADOS A LAS MACRÓFITAS

Phylum: Platyelminthes

Clase: Turbellaria

Orden: Tricladida

Familia: Planariidae

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Ephemeroptera

Familia: Baetidae

Oligoneuriidae

Leptoplebiidae

Trycorythidae

Orden: Trichoptera

Familia: Leptoceridae

Hydrosychidae

Helicopsychidae

Calamoceratidae

Glosomatidae

Hydroptilidae

Orden: Coleoptera

Familia: Drypoidae

Dytiscidae

Elmidae

Staphylinidae

Psephenidae

Orden: Diptera

Familia: Chironomidae

Tabanidae

Tanypodinae

Chironominae

Simuliidae

Dixidae

Orden: Hemiptera

Familia: Veliidae

Belostomatidae

Orden: Odonata

Suborden: Anisoptera

Familia: Gomphidae

Libellulidae

Suborden: Zygoptera

Familia: Coenagrionidae

Calopterygidae

Orden: Plecoptera

Familia: Perlidae

Orden: Neuroptera

Familia: Corydalidae

Orden: Lepidoptera

Familia: Pyralidae

Phylum: Mollusca

Clase: Gastropoda

Subclase: Pulmonata

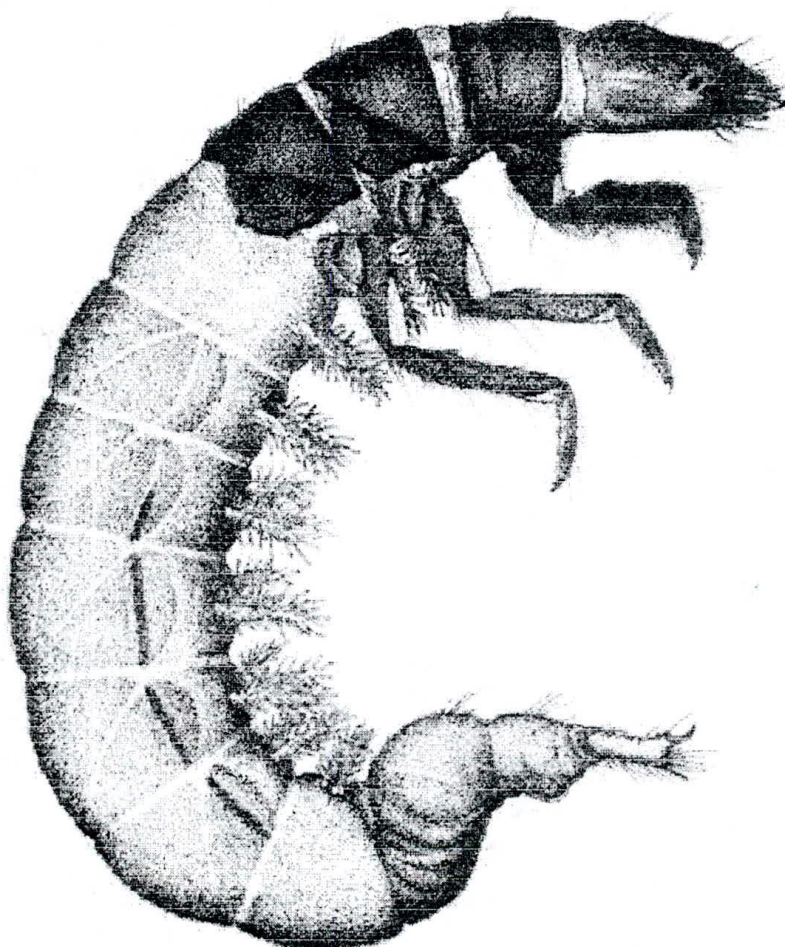
Orden: Basommatophora

Familia: Lymnaeidae

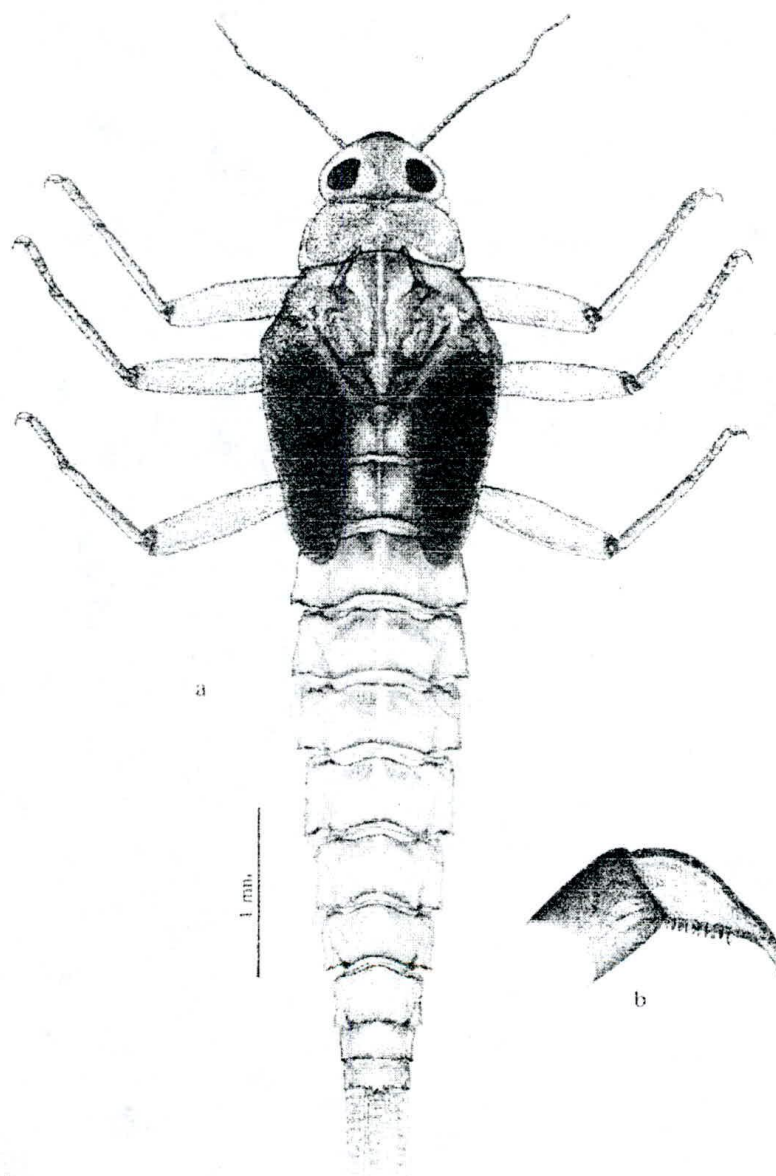
Physidae

Ancyliidae

Anexo 2. Hydropsychidae (Orden Trichoptera)
Tomado de Roldán, 1988

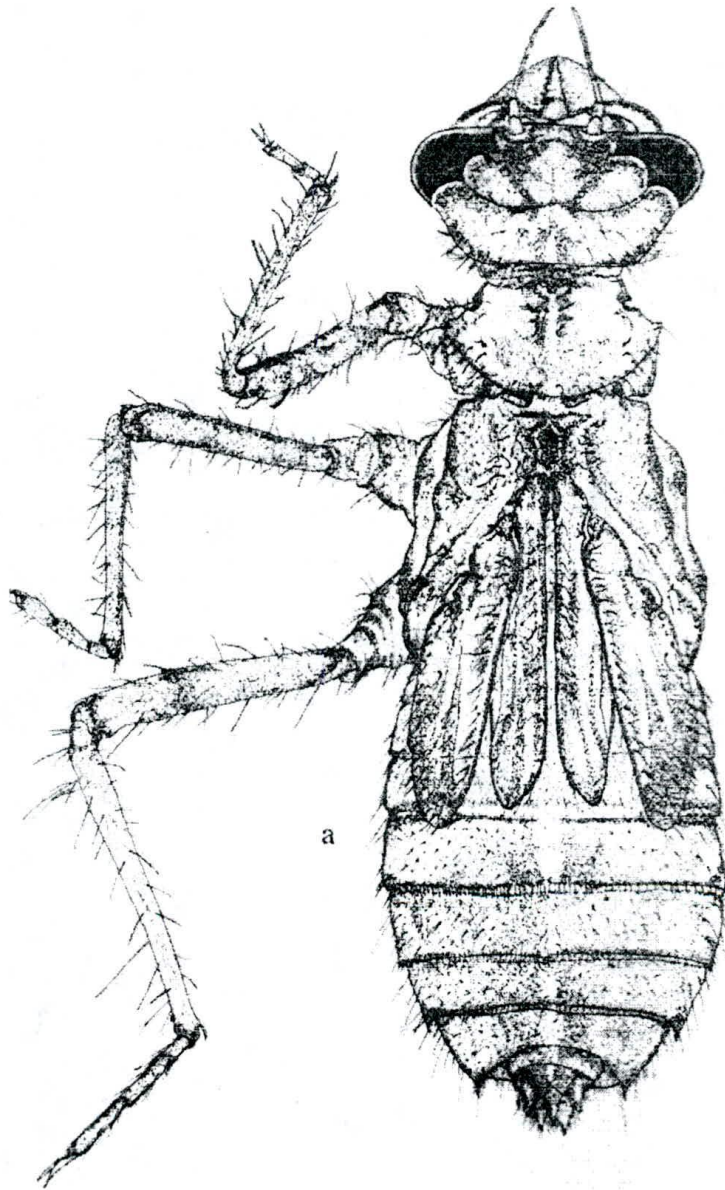


Anexo 3. Baetidae (Orden Ephemeroptera)
Tomado de Roldán, 1988

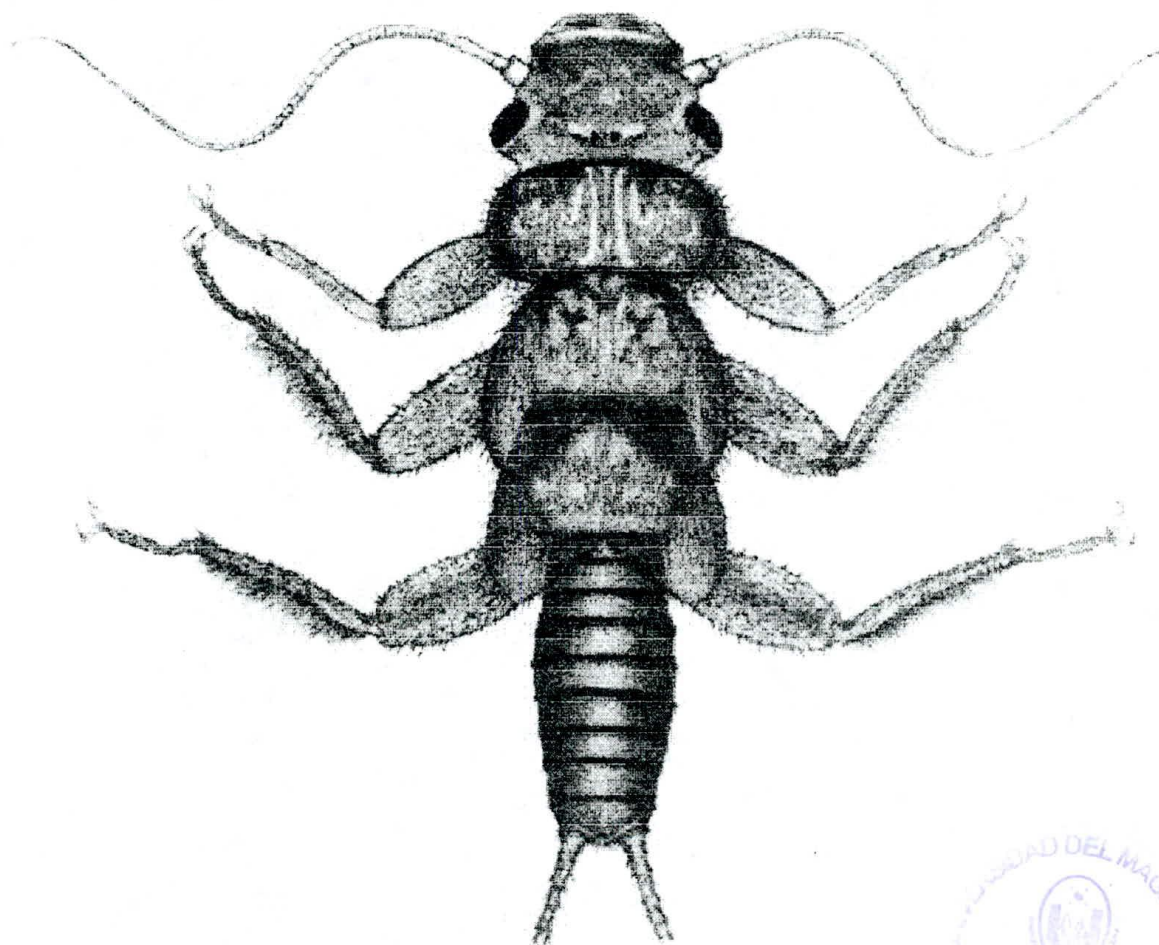


Anexo 4. Libellulidae (Orden Odonata)

Tomado de Roldán, 1988



Anexo 5. Perlidae (Orden Plecoptera)
Tomado de Roldán, 1988



Anexo 6. Staphylinidae (Orden Coleoptera)
Tomado de Roldán, 1988

